

粗骨材の乾燥収縮に及ぼす相対湿度の影響に関する研究
(その2:相対湿度の変化による影響)

正会員 ○泉田 裕介 1*
同 大野 吉昭 2*
同 梶田 佳寛 3*

粗骨材の乾燥収縮 相対湿度 含水状態

1. はじめに

その2では、相対湿度を変化させた場合の乾燥収縮挙動について考察を行う。ここで、桜川産硬質砂岩 Sk と住田産石灰石 Sm は、粗骨材の乾燥収縮ひずみが非常に小さく、正確に相対湿度の変化による影響を検証することが困難であるため、比較的乾燥収縮ひずみが大きかった青梅産硬質砂岩 O について考察するものとする。

2. 相対湿度を変化させた場合の乾燥収縮挙動

2.1 相対湿度を順次低下させた場合の粗骨材乾燥収縮

粗骨材の乾燥収縮試験条件のうち、順次相対湿度を下げていった A7 の環境条件に関して、相対湿度が粗骨材の乾燥収縮挙動に及ぼす影響を図-1 に示す。

相対湿度を途中で低下させた場合は、相対湿度が小さい場合の乾燥収縮ひずみの回帰線が湿度を低下させた時と同じ値の乾燥収縮率のところに平行移動し、そこからつながっていくものと考えられる。その場合、乾燥収縮ひずみは、式(1)~(3)により計算される。このとき、 $t=t_0$ で高湿度から低湿度に変化するので、平行移動後の乾燥開始材齢を式(1)、(2)から、式(3)が導き出される。

$$\epsilon_H(t) = \epsilon_{\infty H} \cdot \left(\frac{t}{t + \alpha_H} \right)^{\beta_H} \quad (1)$$

$$\epsilon_L(t) = \epsilon_{\infty L} \cdot \left(\frac{t - t'}{(t - t') + \alpha_L} \right)^{\beta_L} \quad (2)$$

$$t' = t_0 + \frac{e^* \times \alpha_L}{e^* - 1} \quad (3)$$

ただし、 $e^* = \frac{1}{\beta_L} \left(\log \frac{\epsilon_{\infty H}}{\epsilon_{\infty L}} + \beta_H \cdot \log \frac{t_0}{t_0 + \alpha_H} \right)$ である。

ここに、 $\epsilon_H(t)$: 相対湿度が高いものの乾燥日数 t 日の乾燥収縮ひずみ($\times 10^{-6}$)

$\epsilon_L(t)$: 相対湿度が低いものの乾燥日数 t 日の乾燥収縮ひずみ($\times 10^{-6}$)

t' : 平行移動後の乾燥開始材齢

t_0 : 相対湿度を変化させた時の乾燥材齢

$\epsilon_{\infty H}, \alpha_H, \beta_H$: 相対湿度が高いものの係数

$\epsilon_{\infty L}, \alpha_L, \beta_L$: 相対湿度が低いものの係数

同様に質量変化率については、式(4)~(6)で計算される。

$$W_H(t) = W_{\infty H} \cdot \left(\frac{t}{t + \alpha_{WH}} \right)^{\beta_{WH}} \quad (4)$$

$$W_L(t) = W_{\infty L} \cdot \left(\frac{t - t'}{(t - t') + \alpha_{WL}} \right) \quad (5)$$

$$t' = t_0 + \frac{e_w^* \times \alpha_{WL}}{e_w^* - 1} \quad (6)$$

ただし、 $e_w^* = \frac{1}{\beta_{WL}} \left(\log \frac{W_{\infty H}}{W_{\infty L}} + \beta_{WH} \cdot \log \frac{t_0}{t_0 + \alpha_{WH}} \right)$ である。

ここに、 $W_H(t)$: 相対湿度が高いものの乾燥日数 t 日の質量変化率(%)

$W_L(t)$: 相対湿度が低いものの乾燥日数 t 日の乾燥収縮ひずみ(%)

t' : 平行移動後の乾燥開始材齢

t_0 : 相対湿度を変化させた時の乾燥材齢

$W_{\infty H}, \alpha_{WH}, \beta_{WH}$: 相対湿度が高いものの係数

$W_{\infty L}, \alpha_{WL}, \beta_{WL}$: 相対湿度が低いものの係数

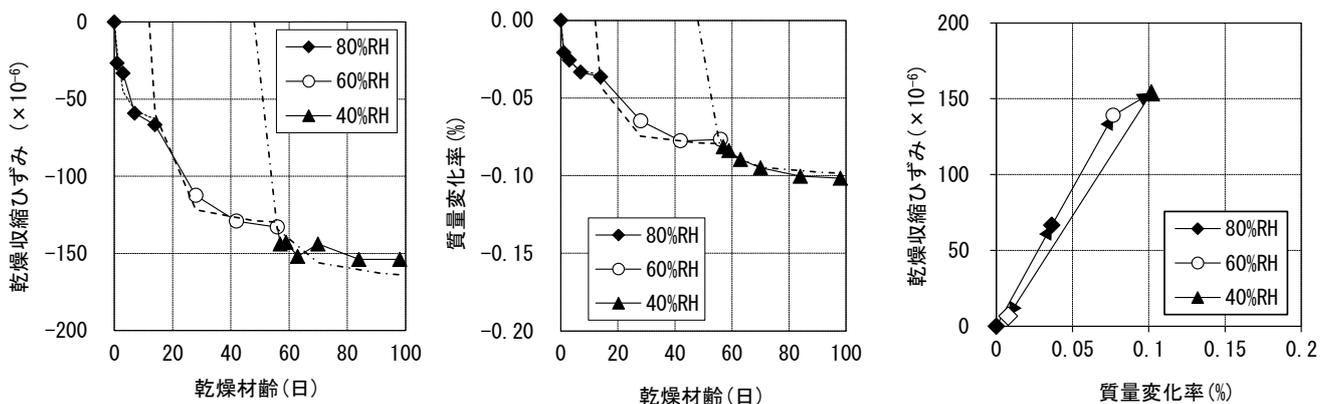


図-1 湿度を順次低下させた場合の粗骨材 O の乾燥収縮ひずみ

Study on Influence of relative humidity on the drying shrinkage of coarse aggregate. (Part.2 Influence of relative humidity changes.) Yusuke SENDA, Yoshiaki OHNO, Yoshihiro MASUDA

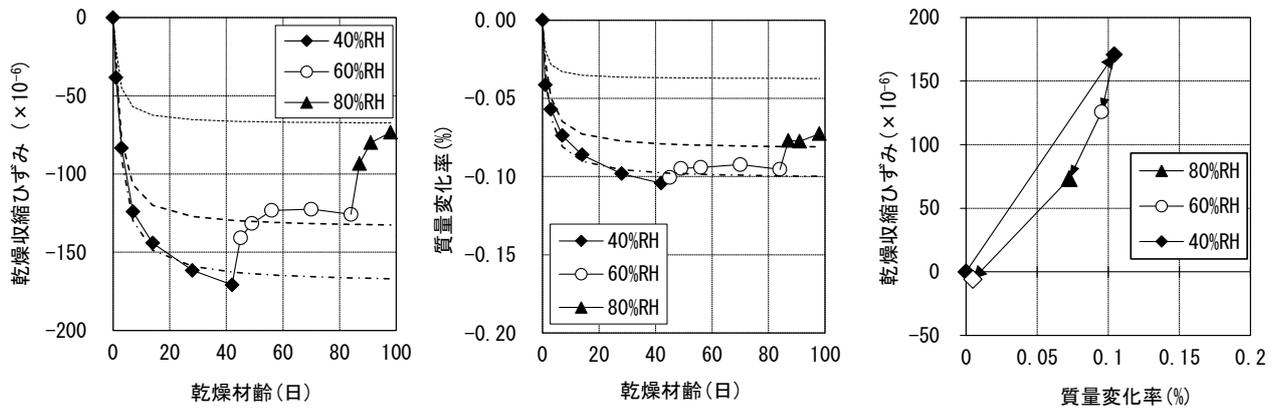


図-2 湿度を順次増加させた場合の粗骨材 O の乾燥収縮ひずみ

式(3)で得られた乾燥開始材齢から、粗骨材 O の回帰曲線を t 日平行移動したものを図-1 に破線で示す。粗骨材の乾燥収縮ひずみは、相対湿度を低下させた時点から低下後の相対湿度における乾燥収縮挙動を示す。質量変化率についても同様の傾向が見られ、相対湿度ごとに概ね一定の値に収束する。また、平行移動後の乾燥開始材齢は、相対湿度が同じであれば、乾燥収縮ひずみも質量変化率も同じであることがわかる。

2.2 相対湿度を順次増加させた場合の粗骨材乾燥収縮

粗骨材の乾湿試験のうち、順次相対湿度を上げていった C7 に関して、相対湿度が粗骨材の乾燥収縮に及ぼす影響を図-2 に示す。乾燥収縮ひずみに対する相対湿度を変化させた影響は、相対湿度を増加させると乾燥収縮ひずみが減少し、供試体中の水分の変化で膨張する。乾燥収縮ひずみは、同じ種類の骨材を同じ環境条件下に保管した場合の乾燥収縮ひずみと概ね同じ値に収束する。

質量変化率は、乾燥収縮ひずみと同様に相対湿度を変化させると質量が増大するが、乾燥収縮ひずみの場合ほど大きな変化はない。また、相対湿度を順次減少させた場合は、その時の環境条件下に保管した場合と同様の質量変化であったが、順次増加した場合は、そのような傾向は見られなかった。粗骨材の乾燥収縮ひずみは、環境条件によって一定の値に収束するが、質量変化率は、相対湿度が増加してもあまり増加しない。これは、低湿度時の乾燥で生じる収縮応力により細孔が収縮することで、水分が吸着することのできる表面積が少なくなると考えられる。また、乾燥収縮ひずみと質量変化率の関係は、相対湿度を順次減少させた場合と比べ、質量変化率に対する乾燥収縮ひずみの傾向が異なりヒステリシスを描くことが認められる。

2.3 相対湿度を 100% に戻した場合の乾燥収縮挙動

粗骨材の乾燥収縮試験後に相対湿度 100% の環境条件に戻した場合の乾燥収縮ひずみを表-1 に示す。相対湿

表-1 相対湿度 100% の場合の乾燥収縮ひずみ ($\times 10^{-6}$)

記号	Sk	O	Sm
A7	20	-7	27
B7	12	16	20
C7	-1	6	-8
A1	18	66	38

度 100% の条件で保管した場合、粗骨材 O は、A1 の条件を除いて概ね基長に合っている。しかし、Sk, Sm の場合は、乾燥収縮ひずみが非常に小さく、基長時点で乾燥収縮ひずみが生じていたのか、測定のばらつきの範囲であるのかの区別をつけることは困難であった。また、前養生での水中浸漬日数が 1 日の場合は、7 日の場合よりも基長に対する膨張量が大きくなる傾向にあった。これは、水中浸漬日数が短い場合は、供試体に十分吸水がされないため、基長の時点ですでに収縮が生じていたと考えられる。

粗骨材の場合、相対湿度の影響による供試体中の水分の変化で収縮が生じるが、相対湿度 100% の条件下では膨張し、収縮がもとに戻ることが分かった。このため、コンクリートの乾燥収縮挙動は、マトリックス部分の乾燥収縮挙動が大きく寄与していることが分かった。

なお、乾燥収縮が小さい粗骨材の乾燥収縮挙動については、今後の検討課題としたい。

3.まとめ

- (1)粗骨材 O の乾燥収縮において、相対湿度を順次減少させた場合、乾燥収縮ひずみは、変化後の環境条件で乾燥させた場合と概ね同じ値に収束する。一方、順次増加させた場合、変化後の環境条件に収束する。
- (2)乾燥収縮試験後に相対湿度 100% の環境条件に戻した場合、乾燥収縮ひずみは増加し、基長と同程度かそれより大きくなる。また、浸漬日数が短い場合は、浸漬日数が長い場合よりも値が増加する傾向にある。

1*(一財)建材試験センター

2*(一財)ベターリビングつくば建築試験センター

3*宇都宮大学工学研究科

1* Japan Testing Center for Construction Materials.

2* Center for Better Living Tsukuba Building Test and Research Lab.

3* Prof, Dept. of Architecture Utsunomiya Univ. Dr. Eng.